

Untersuchung zur Mechanik von Druckentlastungs-klappen und -deckeln beim Entlastungsvorgang

Geprüft an experimentellen Daten wird eine Modellrechnung hergeleitet, die vor allem der Abschätzung von Lager- bzw. Halterungskräften an Druckentlastungsklappen bzw. -deckeln im Explosionsfall dient. Dabei wird aus grundlegenden physikalischen Eigenschaften der verwendeten Entlastungsklappe (Trägheitsmoment, Klappenfläche, Klappenschwerpunkt) bzw. des verwendeten Entlastungsdeckels (Deckelfläche, Deckelmasse) und weiteren Randbedingungen wie Silovolumen, staubspezifische Konstante, statischer Ansprechdruck des Entlastungselementes und Fläche der Entlastungsöffnung zunächst der erwartete reduzierte Überdruck im Silo und der zeitliche Druckanstieg abgeschätzt. Damit wird der zeitliche Druckverlauf $p(t)$ einer entsprechenden Staubexplosion im Silo simuliert. Mit der Funktion $p(t)$ wird die Bewegungsgleichung einer sich öffnenden Entlastungsklappe bzw. eines sich öffnenden Entlastungsdeckels numerisch gelöst, d. h. Winkelbeschleunigung $\ddot{\varphi}(t)$, -geschwindigkeit $\dot{\varphi}(t)$ und Klappenöffnungswinkel $\varphi(t)$ bzw. Deckelbeschleunigung $\ddot{r}(t)$, -geschwindigkeit $\dot{r}(t)$ und Deckelort $r(t)$ in Abhängigkeit der Zeit t errechnet. Aus diesen Funktionen werden alle sicherheitstechnisch relevanten Kräfte bei der Druckentlastung über Klappen bzw. Deckel abgeleitet.

Abhängig von den Randbedingungen und Eigenschaften der Entlastungsklappen bzw. -deckel bietet eingangs beschriebene Berechnungsmethode eine Entscheidungsmöglichkeit dafür, ob die vorhandenen Sicherungsmaßnahmen gegen Abriss der Entlastungselemente ausreichend sind. Im Falle abreißender Klappen bzw. Deckel liefert die Rechnung die Anfangsbedingungen (Startwinkel, Startgeschwindigkeit) für eine ebenfalls numerische Berechnung von Flugbahnen abgerissener Entlastungselemente. Das für diese Zwecke entwickelte Rechnerprogramm ist in Kapitel 6 komplett abgedruckt.

Mit der oben erwähnten Abschätzung des zu erwartenden reduzierten Explosionsüberdruckes in Anwesenheit einer Entlastungsklappe bzw. eines -deckels wird eine Vorausberechnung von Klappen- und Deckelentlastungsfähigkeiten möglich. Eine Berechnungsmethode auf der Grundlage der VDI-Richtlinie 3673 wird dargestellt. Eine ausführliche Diskussion dieser Methode schließt sich an, da die Resultate der Abschätzung zum Teil im Widerspruch mit den Ergebnissen von [7] stehen, sich aber andererseits mit den Ergebnissen von [6], [8] und [15] decken.

Abschließend wird eine, voraussichtlich schnellöffnende Entlastungskonstruktionen vorgestellt, wobei die gezeigte Abbildung keine Konstruktionszeichnung im eigentlichen Sinne, sondern eine schematisierte Rechner-Grafik ist.